

ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich 4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin, Dörnbergstrasse 7.

№ 875. Jahrg. XVII. 43. 1906.

Die Thomson-Versuche.

Von Ingenieur OTTO NAIRZ, Charlottenburg.

Mit drei Abbildungen.

Es ist heute allgemein bekannt, dass Magneten die Eigenschaft innewohnt, Eisentheile anzuziehen. Sogenannte Stahlmagnete erhalten diese Eigenschaft durch Bestreichen mit dem in der Natur vorkommenden Magneteisenstein oder durch Einführung in eine vom elektrischen Strom durchflossene Drahtspule. Letztere hat nämlich genau dieselben Fähigkeiten wie ein Magnet selbst. Wir haben schon im *Prometheus,* XVI. Jahrg., S. 695, gesehen, dass ein geradliniger, stromdurchflossener Leiter ein magnetisches Feld um sich erzeugt, das die Form concentrischer Ringe annimmt. Biegt man den geradlinigen Leiter zu einer Spule, so verbinden sich die einzelnen Kraftlinienringe zu grossen, die bei einem Ende der Spule austreten, beim anderen wieder eintreten, um die Spule im Innern zu durchmessen. Für magnetische Kraftlinien bedeutet eine Luftstrecke jedoch einen Widerstand, der sich durch Einschiebung eines Eisenkerns ins Spuleninnere bedeutend verringern lässt.

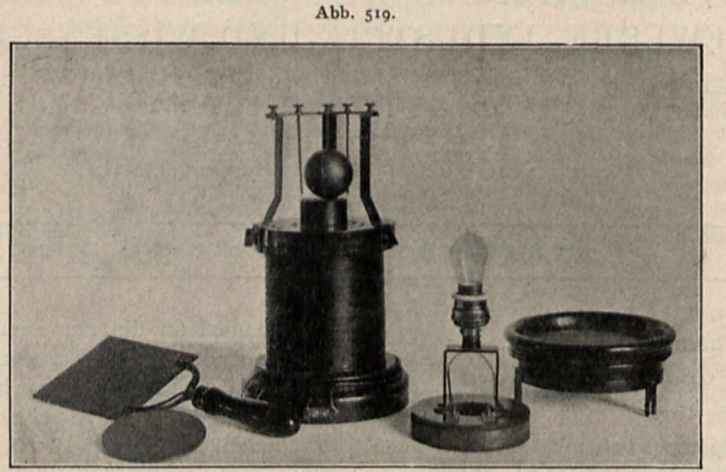
Die Erscheinung wird indes wesentlich interessanter, wenn die Spule statt von Gleichstrom von Wechselstrom durchflossen wird; es treten dann eigenthümliche Abstossungen auf, die gar nicht einmal an die Anwesenheit von Eisen gebunden sind. Diese Abstossungen wurden bereits 1884 von Elihu Thomson beobachtet und sind derzeit völlig geklärt. Wohl stossen sich auch zwei gleichnamige Magnetpole ab, aber sichtbar nur dann, wenn mindestens einer von ihnen leicht beweglich ist, wie man sich bei einer Compassnadel unschwer überzeugen kann.

Die Abbildung 519 zeigt einen kräftigen Elektromagneten, bestehend aus einem Kern weicher Eisendrähte, um welchen ein ziemlich dicker isolirter Kupferdraht in vielen Windungen gewickelt ist, der von einem kräftigen Wechselstrom durchflossen sei. Die innerhalb dreier Führungsstifte vertikal bewegliche Metallkugel wird dann abgestossen und trotz ihres Gewichtes in etwa 1 cm Abstand vom Eisenkern in der Schwebe gehalten. Sie geräth in lebhafte Drehung, wenn man eine Ecke der auf dem Bild befindlichen, mit Handhabe versehenen Kupferplatte zwischen Kugel und Kern schiebt. An Stelle der Kugel kann man auch die gleichfalls abgebildete kreisrunde Kupferplatte längs eines durch den Mittelpunkt gehenden Führungsstiftes schweben sehen. Die Platte fällt erst auf den Kern, wenn man den Strom öffnet. Nach Abnahme des über der Spule angeschraubten Dreifusses kann man sich überzeugen, dass man trotz Aufgebot aller Kräfte nicht im Stande ist, mit der Fläche der schweren

viereckigen Kupferplatte auf den Eisenkern zu schlagen. Dagegen braucht man die sehr viele Windungen eines feinen Kupferdrahtes enthaltende Spule, welcher eine Glühlampe aufgesetzt ist, deren Pole mit den Spulenden verbunden sind, dem Eisenkern nur zu nähern, um die Lampe zum hellen Leuchten zu bringen; bei direktem Aufsetzen würde sie infolge Ueberanstrengung zu Grunde gehen. Wir haben hier das interessante Phänomen einer Kraftübertragung durch den Raum ohne Leitungen.

Setzt man dem Wechselstromelektromagneten den auf dem Bilde rechts befindlichen Rahmen, welcher eine am Rande eingespannte Eisenplatte enthält, auf, so hört man ein lautes Summen, dessen Tonhöhe der Wechselzahl des von der Maschine erzeugten und in den Elektromagneten eingeleiteten Wechselstromes entspricht. Letzterer hat ja seinen Namen daher, dass er seine Stärke und Richtung in harmonischer Weise ungefähr 100 mal in der Secunde verändert. Die von ihm durchflossene Spule wird zwar ein Magnet, doch ist das sichtbare Ende des Eisenkerns kein constanter Pol, sondern in einem Moment ein Nordpol und etwa $^1/_{100}$ Secunde darauf bereits wieder ein Südpol, um dazwischen für einen Augenblick unmagnetisch zu sein. Die Kraftlinien wechseln also in einer Secunde 100 mal ihre Richtung. Die weiche Eisenplatte des aufgesetzten Rahmens wird aber, da sie unmagnetisch ist, jedesmal dann angezogen und wieder losgelassen, wenn das Eisenkernende den Höchstwerth des Magnetismus besitzt, wobei es ganz gleichgiltig ist, ob dies Nord- oder Südmagnetismus war. Die Wirkung ist die, dass die Eisenplatte ins Schwingen geräth, dem der erwähnte Ton entspricht. Würde man einen permanenten Magneten von oben gegen den Plattenrand halten, d. h. der Platte einen bestimmten Magnetismus aufzwingen, so, dass sie etwa nordmagnetisch wird, so erfolgten Anziehungen nur noch dann, wenn das obere Ende des Eisenkernes ein Südpol ist. Andernfalls, wenn es ein Nordpol ist, erfolgt ja Abstossung. Die Platte schwingt jetzt nur noch 50 mal in der Secunde, also eine Octave tiefer, was ein musikalisches Ohr sofort wahrnehmen würde. Aber nicht nur die Platte summt, sondern auch der Eisenkern des Magneten selbst, wie jeder Transformator, insofern er mit Wechselstrom gespeist wird. Dies kommt von der wechselnden Anziehung in Verbindung mit elastischen Gegenkräften oder der mit der Wechselmagnetisirung verbundenen Grössenänderung des Eisenvolumens.

Abb. 519.

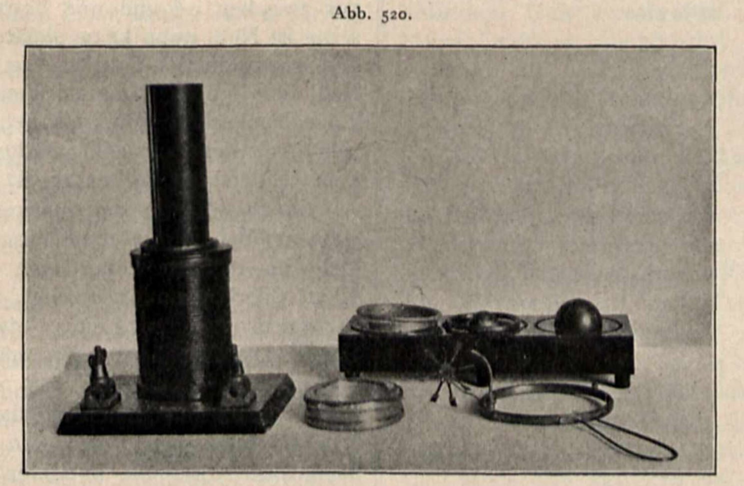


Apparatur zu den Thomson-Versuchen.

Die Abbildung 520 zeigt eine andere Spule mit längerem Eisendrahtbündel, welch letzteres von einem Hartgummimantel umgeben ist, und um das oberhalb der Drahtwindungen ein $^1/_4$ Pfund schwerer Kupferring mit geringem Spielraum gelegt ist. Schaltet man nun den Strom ein, so fliegt der Ring über 4 m hoch gegen die Decke. Dasselbe geschieht mit dem in der Mitte der Abbildung liegenden dicken Aluminiumring, welcher 360 g wiegt. Freilich verzehrt die Spule bei diesem Experimente eine Pferdestärke an elektrischer Energie, und dies steigert sich auf das Doppelte, wenn der Ring umgelegt ist, denn das Emporschleudern stellt eine der Schwere entgegenwirkende Arbeitsleistung dar, für welche als Aequivalent, nach dem Gesetze der Erhaltung der Energie, elektrische Energie eingetauscht werden muss. Anderseits, wenn man sich der Kraftleistung unterzieht, den widerstrebenden Ring mittels Zange über den Windungen festzuhalten, erwärmt er sich sehr bald bis zur Rothgluth und darüber. Das Ganze stellt hierbei einen Transformator dar, bei welchem die primäre Wickelung diejenige ist, welche vom Maschinenstrom durchflossen wird, und die secundäre jene, welche der Ring bildet, das ist eine einzige Windung. Nun verhalten sich aber bei Transformatoren die Stromstärken annähernd umgekehrt wie die Windungszahlen, und die Spannungen diesen proportional. Daher kommt es, dass, obwohl durch die Spule selbst nur etwa 30 Ampère fliessen, den Ring vielleicht 200 durchsetzen und zum Glühen erhitzen. Das Umgekehrte hatten wir vorhin gesehen, wo (Abb. 519) statt nur einer Windung (Ring) deren viele (Spule), verbunden mit einer Glühlampe für 110 Volt, aufgesetzt wurden. Die an den Elektromagneten angelegten etwa 60 Volt sind dabei auf 110 transformirt worden, wobei dann natürlich die Glühlampe von einem schwächeren

Strom als der durch den Elektromagneten fliessende durchströmt wurde. Rechts vorne enthält Abbildung 520 einen hohlen, mit Wasser gefüllten Kupferring, an welchem ein enges Rohr angesetzt ist, das einem leichten Schaufelrade gegenüber endet. Hält man diese Miniatur-Dampfturbine, wie vorhin den Kupferring, über den Eisenkern des Elektromagneten, so kommt das Wasser bald ins Sieden und der ausströmende Dampf setzt das Schaufelrad in Rotation. Selbstverständlich ist dies nur ein Spielzeug, denn die Art und Weise der Erhitzung erfolgt mit grosser Energieverschwendung, da die aus Kohle unter Zuhilfenahme der Dampfmaschine erzeugte Elektricität theuer ist. In Schweden, wo man ergiebige und billige Wasserkräfte zu deren Erzeugung zur Verfügung hat, macht man aus einem der obigen Experimente eine praktische Nutzanwendung. Rund um einen sehr kräftigen Wechselstromelektromagneten bringt man in einen Ring das Roheisenmaterial, welches durch den elektrischen Strom ohne Feuer erhitzt und zum Schmelzen gebracht wird und, in entsprechender Weise behandelt, eine ganz besonders vorzügliche Sorte von Stahl giebt.*)

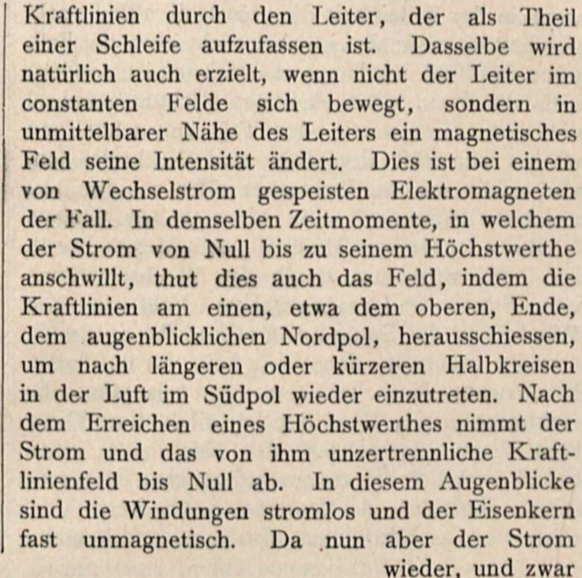
Abb. 520.



Apparatur zu den Thomson-Versuchen.

Hätten wir an Stelle des Kupfer- oder Aluminiumringes einen solchen aus einem Stoffe genommen, der die Elektricität schlecht leitet, so würden wir bemerkt haben, dass die merkwürdigen Abstossungserscheinungen dann fehlen; es gehört also zu diesem Phänomen ein nur geringer Leitungswiderstand.

Soweit das geschilderte Experiment nur die Eigenschaften der Transformation zeigt, hat es für uns lange nicht mehr das Interesse des Neuen, denn wir verwenden Wechselströme, und zwar hauptsächlich wegen der Möglichkeit der Transformation, bereits geraume Zeit. Schon Faraday hat uns gezeigt, dass Elektricität entsteht, wenn wir einen Leiter quer durch ein magnetisches Feld bewegen. Ob als letzteres das Erdfeld verwendet wird oder das 20000 mal stärkere der bei Dynamomaschinen gebrauchten Elektromagneten, bleibt sich qualitativ gleich. Das Wesentliche ist das Schneiden von magnetischen

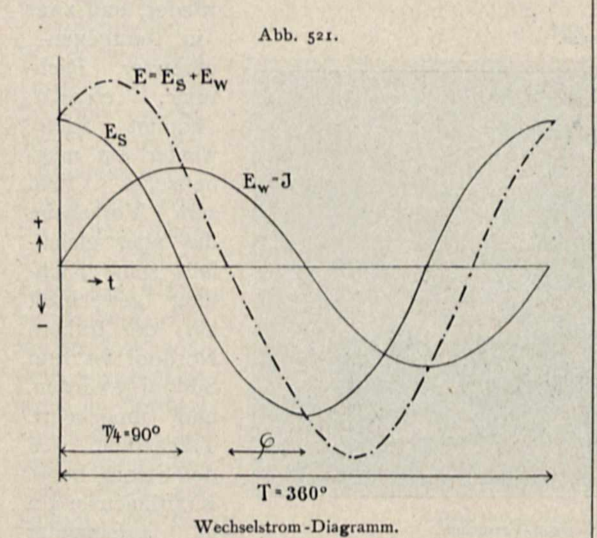


Kraftlinien durch den Leiter, der als Theil einer Schleife aufzufassen ist. Dasselbe wird natürlich auch erzielt, wenn nicht der Leiter im constanten Felde sich bewegt, sondern in unmittelbarer Nähe des Leiters ein magnetisches Feld seine Intensität ändert. Dies ist bei einem von Wechselstrom gespeisten Elektromagneten der Fall. In demselben Zeitmomente, in welchem der Strom von Null bis zu seinem Höchstwerthe anschwillt, thut dies auch das Feld, indem die Kraftlinien am einen, etwa dem oberen, Ende, dem augenblicklichen Nordpol, herausschiessen, um nach längeren oder kürzeren Halbkreisen in der Luft im Südpol wieder einzutreten. Nach dem Erreichen eines Höchstwerthes nimmt der Strom und das von ihm unzertrennliche Kraftlinienfeld bis Null ab. In diesem Augenblicke sind die Windungen stromlos und der Eisenkern fast unmagnetisch. Da nun aber der Strom wieder, und zwar in entgegengesetzter Richtung, einsetzt, kommt auch wieder ein magnetisches Feld zum Vorschein, das aber gleichfalls seine Richtung gewechselt hat; der frühere Nordpol ist zum Südpol geworden, und umgekehrt. Trägt man sich den Strom- bezw. Kraftlinienverlauf in aufeinander folgenden Zeitpunkten auf, so erhält man eine Wellenlinie mit Wellenberg und Wellenthal (Curve *I* in Abb. 521), von denen ersterer der einen (positiven) Richtung des Stromes, entsprechend dem Nordmagnetismus, und letzteres der anderen (negativen) Richtung oder dem Südmagnetismus entspricht. Nach abermaliger Abnahme der Stromstärke erreicht derselbe wieder den Werth Null, worauf das ganze Spiel aufs neue beginnt und, wie vor $^1/_{50}$ Secunde, das obere Ende zum Nordpol wird. Mit dem schwingenden Strome schwingt also auch, und zwar zeitlich gleich, das magnetische Kraftlinienfeld; man sagt, es sei mit ihm verkettet. Dasselbe umschliesst die stromdurchflossenen Windungen auf das engste, es erzeugt also nicht nur der schwingende Strom ein Kraftlinienfeld, sondern nach dem Princip der Leistung und Gegenleistung auch das Feld eine elektrische Spannungsdifferenz, die sich in einem Strome auszugleichen sucht. Die Spannungsdifferenz erreicht ihren Maximalwerth,

*) *Prometheus* XV. Jahrg., S. 564.

wenn in der Zeiteinheit die grösste Kraftlinienzahl geschnitten wird; das ist aber nicht etwa der Fall, wenn das Feld überhaupt am stärksten ist, sondern vielmehr dann, wenn es seinen Richtungswechsel vollzieht; ebenso wie der Tag am schnellsten wächst zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen, und nicht am 21. December oder 21. Juni, zu welchen Zeiten er seine kürzeste bzw. längste Dauer oder seinen Minimal- und Maximalwerth hat. Es wird also durch die Wechselwirkung von Strom und magnetischem Feld in den Windungen der Spule dann elektrische Spannung erzeugt, wenn in denselben kein Strom fliesst. Man nennt diese selbsterzeugte Spannung die elektromotorische Kraft der Selbstinduction. Diese lässt beim Anwachsen der Kraftlinien einen Strom entstehen, der dem ursprünglichen entgegenfliesst, ihn also zu hemmen sucht, beim Verschwinden der Kraftlinien, also auch ersterbendem

Abb. 521.



Wechselstrom-Diagramm.

Strom, aber ihn fortdauern lassen möchte, d. h. im selben Sinne fliesst. Mit anderen Worten: der Selbstinductions- oder secundäre Strom wirkt dem primären entgegen. Die Spannung, erzeugt von einer Wechselstrommaschine, welche wir an die Spule, unseren Elektromagneten, gelegt haben, erzeugt also in letzterem einen Strom, der nicht nur abhängt vom Widerstand des Leitungsmaterials, aus dem die Windungen bestehen, sondern auch noch geschwächt wird durch die Gegenkraft der Selbstinduction. Der Effect ist ein doppelter: einmal fliesst weniger Strom durch die Windungen, als der angelegten Spannung und dem Widerstand entspricht, sodann aber addiren sich auch die Wirkungen der den primären Strom erzeugenden Spannung *Ew* mit der secundären oder elektromotorischen Kraft der Selbstinduction *Es*. Da die erstere Null ist, wenn die letztere maximal, und den Höchstwerth erreicht, wenn die letztere wieder Null ist, so ist ihre gemeinschaftliche Wirkung die eines Mittelwerthes beider, der also seinen Maximalwerth zwischen den beiden genannten hat. Selbstverständlich ist hierbei das Vorzeichen zu berücksichtigen. Der Maximalwerth der resultirenden Spannung tritt also früher ein, als der des Stromes. Abbildung 521 zeigt diese drei Curven. Spannung und Strom erreichen somit ihre Maximalwerthe nach der einen oder anderen Richtung nicht mehr gleichzeitig — man nennt dies eine Phasenverschiebung —, und zwar hinkt der Strom der Spannung nach. Wird der Zeitraum, der einen Wellenberg und ein Wellenthal umfasst, Periodenzeit genannt, in Deutschland meist $^1/_{50}$ Secunde, und gleich einem Winkel in 360° getheilt, so liegen die beiden Spannungen, die ursprüngliche und die inducirte, um $^1/_4$ Periode oder 90° aus einander. Die resultirende, die wir aus der geometrischen Addition beider erhalten haben, wird gegenüber der ursprünglichen, welche den Strom liefert, um einen Winkel verschoben, der zwischen 0° und 90° betragen kann. Derselbe ist Null, wenn keine elektromotorische Kraft der Selbstinduction auftritt, also kein magnetisches Feld eine Rückwirkung ausüben kann, d. h. sich keine Spule im Stromkreis befindet. Er nähert sich 90°, wenn ein sehr starkes Feld, aber fast kein Widerstand vorhanden ist.

Genau so, wie der pulsirende Strom durch das von ihm hervorgerufene pulsirende magnetische Feld im eigenen Leiter eine elektromotorische Kraft oder Spannung erzeugt, thut er dies auch in einem anderen Leiter, etwa einer zweiten Spule. Die Annäherung der mit einer Glühlampe verbundenen Spule an das magnetische Feld unseres Elektromagneten hat das Aufleuchten der Lampe ebenso zur Folge, wie das Erhitzen des Ringes zur Rothgluht. In beiden Fällen erzeugt das Geschnittenwerden des Leiters — ob er aus einer oder mehreren Windungen besteht, hat nur einen quantitativen Einfluss — infolge des An- und Abschwellens der Kraftlinien nach beiden Polaritäten elektrische Spannungen, die sich über den Widerstand des Systems durch eine Strömung ausgleichen. Zwischen dem erzeugenden Strom und seinem Felde einerseits und der secundär erzeugten Spannung andererseits besteht aber jederzeit eine Phasenverschiebung von 90° oder $^T/_4$. Die secundär erzeugte Spannung, also beispielsweise jene im Ring, der um den Eisenkern des Elektromagneten gelegt ist, gleicht sich durch einen Strom in demselben aus, der sovielmal so stark ist, als die primäre Spule im Verhältniss zur secundären Windungen hat. Für die Entwickelung des magnetischen Feldes ist ausser der Stromstärke auch die Windungszahl maassgebend, da das Product beider, die Ampèrewindungen, der Feldstärke proportional ist. Des starken Stromes wegen, der im Ring circulirt, und der mehrere Hundert Ampère betragen mag, ist auch der Ring als ein Elektro-

magnet zu betrachten. Nun hinkt aber, wie wir wissen, in einem Wechselstromkreise, der infolge Spulenform Selbstinduction besitzt, die Stromstärke der Spannung nach, und zwar bei relativ kleinem Widerstand bis zu 90°, d. h. sie erreicht um fast $^1/_4$ Secunden später den gleichnamigen Maximalwerth. Dieser Strom und somit das mit ihm gleichphasige Kraftlinienfeld ist deshalb gegen den primären Strom und dessen Feld um 180° oder $^T/_2$ verschoben. Sehen wir uns nochmals das Schaubild an, so erkennen wir, dass eine Verschiebung von $^T/_2$ stets zwischen zwei numerisch gleichen Werthen besteht, die entgegengesetzte Richtung haben. Fliesst also in der primären Spule der Maschinenstrom von vorne gesehen nach rechts, so fliesst er in der secundären Windung nach links, hat die erstere in einem Moment den Nordpol oben, so hat ihn letztere unten. Die beiden Magneten kehren sich also die gleichnamigen Pole zu, das ist gleichbedeutend mit einer Abstossung, deren Heftigkeit den starken Feldern entspricht.

Nehmen wir den Ring aus schlechter leitendem oder dünnerem Metalle, so dass er einen grösseren elektrischen Widerstand hat, so ist die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom in ihm wesentlich kleiner als 90° und somit auch die zwischen Primär- und Secundärstrom wesentlich unter 180°, die Ströme sind in einem Augenblicke zur Zeit ihrer Maximalwerthe nicht mehr entgegengesetzt gerichtet. Es sind dann mit den Feldern die abstossenden Kräfte schwächer und der Ring fliegt nicht mehr hoch.

Die beschriebenen Experimente, lassen sich immer dann anstellen, wenn man den Elektromagneten mit einem Strom speist, der sich zeitlich ändert, es ist hierzu aber nicht unbedingt Wechselstrom erforderlich, auch der von schnell arbeitenden Unterbrechern gelieferte eignet sich hierzu. Besonders gut geht es unter Benutzung des Wehnelt-Unterbrechers oder eines Gleichstromlichtbogens mit parallel geschaltetem Condensator, wie bei der pfeifenden Bogenlampe*).

Hierin liegt also das Geheimniss der Abstossung des Ringes oder der Kugel, die uns den Eindruck macht, als wäre die Gravitation vorübergehend aufgehoben worden. Das Tanzen der Kugel findet seine weitere Erklärung durch einseitige Abschirmung der Kraftlinien durch die Kupferplatte, also einseitige Abstossung. [10125]

Die Fabrikation des Zinnobers in China.

Bekanntlich wird die Methode, welche die Chinesen bei der Darstellung ihres Zinnobers befolgen, geheim gehalten. Durch Analysen hat man in dem mit dem europäischen Zinnober ganz gleichartig zusammengesetzten chinesischen Präparate nur eine geringe Menge Leim nachgewiesen, die jedoch auf die Schönheit der Farbe wohl keinen Einfluss haben kann. Von dieser wird aber allgemein angenommen, dass sie allen in Europa erzeugten Vermillon übertreffe, und so kommt es, dass bis heute der chinesische Zinnober im Handel einen weit höheren Preis als alle übrigen Sorten erzielt.

Zur Sublimation des Zinnobers bedient man sich in den chinesischen Zinnoberfabriken eiserner Pfannen, welche die Form einer Halbkugel haben. Alle sind von der gleichen Grösse, von 77,5 cm Durchmesser und 26,5 cm Tiefe, sowie von gleichem Gewicht, ungefähr 24 kg (40 Catties); sie sind mit einem Griffe versehen, der es dem Arbeiter ermöglicht, den Inhalt der Pfanne bequem durcheinander rühren zu können. Die Pfannen stehen zu fünf oder sechs zu beiden Seiten eines rechteckigen Raumes, der mit einer hölzernen Thür versehen ist. In dieser ist eine kleine Oeffnung angebracht, durch welche der Arbeiter den Gang der Operationen beobachten kann, ohne durch das Oeffnen der Thür die Temperatur zu verringern.

Jede Pfanne steht auf einem Ziegelmauerwerk und hat einen Rost unter sich, auf welchen die Holzkohle geschüttet wird. Es besteht keine Verbindung zwischen den Feuerungen der einzelnen Pfannen, auch kein Kamin ist vorhanden; die Flammen und die Verbrennungsproducte treten an der Vorderseite des Rostes, der während aller Stadien der Operation offen bleibt, aus. Der Gang des Processes ist der folgende.

In eine eiserne Pfanne, die um ein Geringes kleiner ist als die oben beschriebenen, werden 13 Catties (7,8 kg) Schwefel gethan, dann etwa die Hälfte einer Flasche Quecksilber dazugegossen und diese Mischung auf eine thönerne Kohlenpfanne gestellt. Der Arbeiter rührt mit einem eisernen Spatel den Inhalt durcheinander, und, wenn der Schwefel genügend geschmolzen, giesst er den Rest der Flasche in die Pfanne und rührt so lange, bis alles flüssige Quecksilber verschwunden oder, wie der Chinese sagt, „getödtet" ist.

Nun wird die Pfanne vom Feuer genommen, etwas Wasser zugegossen und die Masse, welche nunmehr eine blutrothe Färbung und halbkrystallinische Structur angenommen hat, rasch umgerührt. Der Moor wird dann in einem eisernen Mörser zu grobem Pulver zerstossen. Ist hiervon genügend Material vorhanden, so werden die in dem Ofenraum befindlichen Sublimirpfannen damit gefüllt. Ist dies bei sämmtlichen Pfannen geschehen, so wird der Inhalt einer jeden mit flachen Stücken von Thon oder Porcellan bedeckt und diese Decke so aufgebaut, dass sie die Form einer Kuppel von der Grösse des Bodens der kleinen Pfanne

*) *Prometheus*, XVI. Jahrg., S. 497.

annimmt, die schliesslich auch darüber gestürzt wird.

Der kleine ringförmige Zwischenraum, welcher zwischen dem oberen Rande der grösseren und dem der darüber gestülpten kleineren Pfanne entsteht, wird sorgfältig mit Lehm verschmiert, in welchen mehrere — gewöhnlich vier — Löcher gestossen werden, damit die heisse Luft und die entstehenden Gase ausströmen können. Sind alle Pfannen auf die geschilderte Weise zugerichtet, so werden die Oefen angefeuert. Die Thür des Raumes wird nur dann geöffnet, wenn der Arbeiter das Feuer nachschürt, das unausgesetzt 18 Stunden brennen muss. Während dieses Processes dringen bläulich umsäumte Flammen durch die in dem Thonringe angebrachten Oeffnungen hervor, ein Zeichen, dass entweder einer oder beide Bestandtheile des Inhalts verbrennen. Nach Ablauf der angegebenen Zeit lässt man das Feuer ausgehen und den Inhalt der Pfanne erkalten. Nach dem Abheben der oberen Pfanne findet sich der Zinnober an den unteren Seiten der Porcellanstücke, mit welchen die rohe Masse bedeckt worden war, sublimirt. Er wird sorgfältigst mittels Meissel abgeschabt und ist nun fertig zum Vermahlen.

Ein anderer Theil des Zinnobers von minderer Qualität haftet an der oberen Pfanne und findet sich auch in dem Thon vor, der die beiden Pfannen verband; aus diesem wird er ausgewaschen. Der so gewonnene und der sonst noch gesammelte Zinnober wird mit Alaun und Leimwasser vermischt, in Kuchen geformt, über Holz- oder Holzkohlenfeuer getrocknet, dann im Mörser gepulvert und, falls eine genügende Menge vorhanden, nochmals sublimirt.

Der von den Porcellanstücken abgenommene Zinnober von blutrother Farbe und krystallinischer Structur wird im Mörser gepulvert und dann auf die Reibmühlen gebracht. Letztere sind äusserst primitiv, gleich denen, die von den Chinesen und anderen Völkern des Ostens zum Mahlen des Reises etc. gebraucht werden. Jeder der horizontal gelagerten Steine hat ungefähr 76 cm im Durchmesser. Der untere steht fest, der obere dagegen wird durch eine direct wirkende Holzstange gedreht, welche mit einem in dem Steine steckenden Pflocke verbunden ist und von einem Manne hin- und herbewegt wird. Der obere Stein besitzt gegen die Mitte zu ein schmales Loch, durch welches der Arbeiter von Zeit zu Zeit einen Löffel voll Zinnober schüttet und mit Wasser in die Mühle hinabspült; während er die Mühle dreht, giesst er durch diese Oeffnung löffelweise Wasser nach. Der gemahlene Zinnober wird, wenn er zwischen den Steinen hervorquillt, durch das Wasser in einen bereitstehenden Kessel gespült. Wenn die Arbeit abends abgebrochen wird, wird der Zinnober mit einer Lösung von Leim und Alaun, im Verhältniss von je einer Unze auf eine Gallone Wasser (je 28,3 g Alaun und Leim auf 4,54 Liter Wasser), sorgfältig angerührt. Der Leim wird zuvor in etwas heissem Wasser aufgelöst. Das irdene Gefäss, in welchem diese Operation vorgenommen wird, fasst ungefähr sechs Gallonen (27,24 Liter).

Die Mischung wird dann zum Absetzen stehen gelassen und am nächsten Morgen die Leim und Alaun enthaltende Flüssigkeit abgegossen. Die obere Partie des zurückbleibenden Zinnoberkuchens ist dann viel feiner als die untere, die neuerdings vermahlen wird.

Die Operation des Mahlens, Waschens und Schlämmens des Zinnobers muss oft wiederholt werden, um die richtige Farbe zu erzielen. Als letzte Operation wird der feuchte Kuchen von feinem Zinnober mit reinem Wasser angerührt und bis zum nächsten Morgen ruhig stehen gelassen, worauf letzteres in grosse hölzerne Kufen abgegossen wird, in denen der noch im Wasser befindliche Zinnober sich absetzt. Der zurückbleibende Zinnober wird auf das Dach des Hauses zum Trocknen hingestellt. Ist er schliesslich vollständig getrocknet, so wird er sorgfältig gepulvert und durch viereckige Mousselinesiebe geschlagen, die in geschlossene Gehäuse von 2 Fuss Höhe und 2½ Fuss Breite eingefügt sind und von aussen durch eine Handhabe hin- und herbewegt werden.

Der nunmehr fertige Zinnober wird in das Packhaus gebracht und dort von Männern oder Knaben in genau abgewogenen Partien in doppelte Papierumschläge gewickelt. Die Packete von je einem Taël (etwa 40 g) Inhalt werden dann mit Firma der Fabrik und der Angabe von Quantität und Qualität des Inhaltes versehen.

Zum Schlusse bemerken wir noch, dass der Zusatz von Alaun wohl nicht zur Reinigung und Klärung des Wassers beigefügt wird, sondern dass derselbe einen gewissen Einfluss auf die Farbe ausübt, wenn sich auch nicht angeben lässt, in welcher Weise sich dieser geltend macht. Der Leim wird zu dem Zwecke verwendet, um die feineren Zinnobertheilchen in der Flüssigkeit länger suspendirt zu erhalten, so dass sich infolge des successiven Absetzens des Pulvers Schichten bilden, welche, durch sorgsames Abheben der oberen, die gewünschte Feinheit des Zinnobers ergeben. g. [10085]

Bilder aus Polynesien.

Von Professor KARL SAJÓ.

(Schluss von Seite 669.)

Zu den Gewächsen, die dem Mangel des Getreidebrotes abzuhelfen berufen sind, gehören auch die Knollenpflanzen; sie ersetzen zu-

gleich auch die Kartoffel, welche in dem feuchtwarmen polynesischen Inselklima nicht gedeiht.

Drei Pflanzengattungen liefern die wichtigsten Knollen, und zwar:

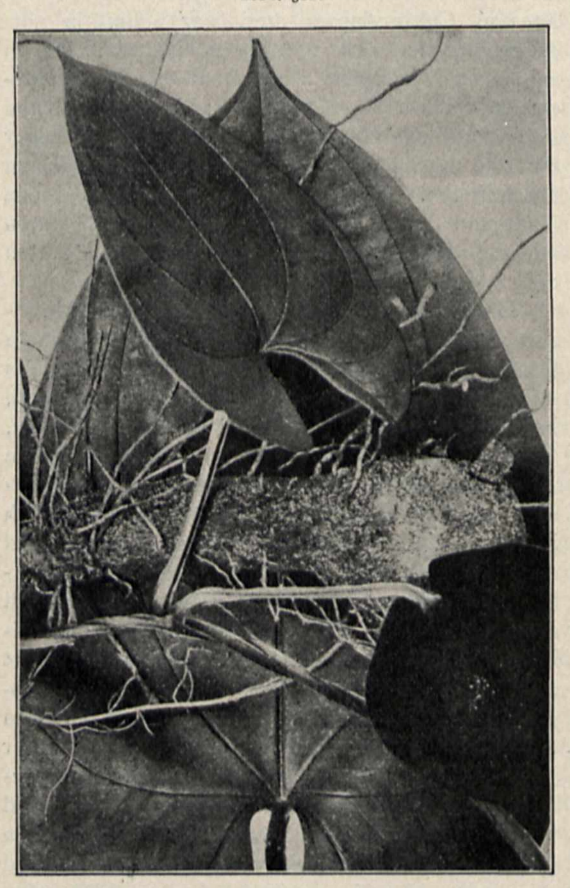
1. die Bataten, englisch *sweet potatoes* („süsse Kartoffeln"), liefert eine Trichterwindenart: *Ipomaea batatas*;
2. die Yam-Wurzeln, welche von mehreren Schlingpflanzenarten aus der Gattung *Dioscoraea* stammen;
3. die Taro-Wurzeln, d. h. die Knollen von *Caladium colocasia*.

Von diesen drei Knollengattungen sind die Bataten oder *sweet potatoes* die vorzüglichsten. Obwohl in Guam mehrere *Convolvulus*-Arten einheimisch sind, war die Batatenpflanze dort zur Zeit der Entdeckung nicht vorhanden und wurde erst von Europäern eingeführt. Als die ersten Missionare auf den Marianen zu wirken begannen, fanden sie dort nur Yam- und Taro-Wurzeln, und Pater Francisco Garcia beklagte sich, dass man mit Knollen zufrieden sein müsse, die zwar den *Camotes* (so heissen die Bataten in spanischer Sprache) ähnlich seien, aber nicht den Wohlgeschmack der letzteren besässen. Die Bataten-Pflanze kommt in botanischen Werken unter drei Namen vor, die aber gleichbedeutend sind: *Ipomaea batatas, Convolvulus batatas* und *Batatas edulis.* Die Blüthen sind denjenigen unserer gemeinen Ackerwinde *(Convolvulus arvensis)* an Farbe und Form ähnlich, aber viel grösser, etwa so gross, wie die unserer Garten-Trichterwinden *(Ipomaea)*. Die Bataten-Blüthen sind bald weiss, bald weiss mit rosafarbigen Strahlen, bald ganz roth. Viele Varietäten findet man auch hinsichtlich der Blätter, die bei manchen beinahe einfach kreisförmig, bei anderen herzförmig, bei vielen dagegen vollkommen gelappt sind. Der Stamm kriecht am Boden. An den Wurzeln wachsen längliche, walzen- oder spindelförmige Knollen, die manchmal 30 cm Länge und ein Gewicht von $\frac{1}{2}$ kg erreichen, sehr wohlschmeckend sind und in warmen Ländern den Menschen einen der gesündesten Nährstoffe liefern. Ihr Geschmack ist feiner und angenehmer als der der Kartoffeln. Die Zubereitungsweise ist natürlich sehr vielfältig. Naturvölker rösten sie meist in der Asche, sie geniessen sie aber auch roh und gekocht. Die Knollen enthalten viel Stärkekörner, welche aus den zerquetschten Knollen ausgewaschen werden, im Wasser einen Satz bilden und getrocknet zur Brotbereitung dienen. Man lässt die Batatenwinde nicht an Stangen ranken, sondern nur auf dem Boden kriechen. Die Vermehrung geschieht nicht durch Samen, sondern durch Triebe und Schösslinge oder auch durch Knollen. Binnen drei bis vier Monaten, wenn die ersten Blätter gelb werden, kann die Ernte beginnen. In günstigen Lagen wachsen 3000, ja sogar 4000 kg Knollen auf einem englischen Joch *(acre)* als erste Fechsung. Es bleiben jedoch bei der ersten Ernte viele Wurzeln mit kleineren Knollen im Boden, und diese geben nach etwa sechs Wochen eine zweite Ernte. Die Urheimat der Bataten-Pflanze ist unbekannt. Manche hielten den Namen *batata* für ein malayisches Wort und verlegten ihre Heimat in die malayischen Länder. Andere halten sie für ein mittelamerikanisches Gewächs; doch war sie schon vor der Entdeckung Amerikas, im zweiten oder dritten Jahrhundert, in China bekannt. Jedenfalls gehört sie zu den ältesten Culturpflanzen und war schon in vorgeschichtlicher Zeit unter den Naturvölkern in zahllosen Varietäten verbreitet. Auf den Marianen wächst sie sehr üppig; dennoch pflegen sich die Eingeborenen mit ihrer Cultur weniger für die eigene Nahrung als für den Handel zu beschäftigen. Sie selbst essen nämlich meist Yam- und Taro-Knollen und verkaufen die Bataten auf die Schiffe, weil die Europäer die Bataten den anderen Knollen vorziehen.

Die Yam-Wurzeln sind auch in Mitteleuropa bekannt; ich selbst habe sie in meinem Garten nach Art der Kartoffeln gezüchtet. Es giebt zahlreiche *Dioscoraea*-Arten in Polynesien, Indien, auf den malayischen Inseln, in Australien, Amerika und Afrika. Bis jetzt sind aber die Arten botanisch noch sehr ungenügend untersucht und beschrieben, so dass auch hinsichtlich dieser Gattung, die doch etwa einem Drittel der Menschheit zur Nahrung dient, wissenschaftlich die grösste Confusion herrscht. Das wird sich erst dann ändern, wenn von den verschiedenen Arten und cultivirten Abarten nicht bloss Herbarium-Exemplare, sondern auch Photogramme und in Formalin oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit conservirte Knollen, Blätter und Blüthen vorliegen werden. Die *Dioscoraea*-Pflanzen sind durchweg Schlinggewächse und haben kleine, unansehnliche Blüthen. Die letzteren sollen nach manchen Beschreibungen wohlriechend sein; die hier in meinem Garten blühenden hatten aber fast gar keinen Duft. In Guam kommen acht Arten vor, deren systematische Stellung allerdings nicht ganz geklärt ist. Von diesen wächst nur eine wild, die übrigen werden cultivirt. Die Eingeborenen theilen die Yam-Pflanzen in zwei Gruppen: diejenigen mit herzförmigen Blättern nennen sie *nika,* die mit lanzettförmigen Blättern *dago.* Die Yam-Wurzeln hält man im allgemeinen für nahrhafter als unsere Kartoffeln. Die am allgemeinsten cultivirte Art ist *Dioscoraea alata L.*, von welcher in Abbildung 522 Blätter und in der Mitte quer eine Wurzel sichtbar sind. Bei der Ernte (die erst dann beginnt, wenn die oberirdischen Theile abgestorben und die Knollen danach noch einige Zeit im Boden verblieben sind)

schneidet man die Spitze der Knolle sammt den Stammtheilen ab und gräbt sie in die Erde, so dass der schlingende Stamm oben ins Freie ragt. Unten, neben dem Stiele, wird die Erde in Form eines kleinen Hügels aufgehäuft. Nach einiger Zeit wächst darunter eine neue Knolle mit mehreren Augen, d. h. Knospen. Diese Knollen sind die Saatknollen; sie werden in so viele Stücke zerschnitten, als sie Augen haben; die einzelnen Stücke werden gepflanzt und liefern seiner Zeit die zur Nahrung dienenden Knollen.

Abb. 522.



Cultivirte Yam-Wurzel *(Dioscorea alata)*. $^2/_3$ nat. Grösse.

Die einzige in Guam wild wachsende Art ist *Dioscoraea spinosa Roxb.*, welche sehr grosse Knollen besitzt, die aber tief im Boden lagern, weshalb ihr Ausgraben recht mühevoll ist. Die Pflanze ist, wie der Name andeutet, mit Stacheln ausgerüstet. Die Blätter sind breit herzförmig. Diese wilde Art bildet auf der Insel stellenweise ein undurchdringliches Dickicht. Die Eingeborenen lassen sie meist unbeachtet, weil sie hinreichend andere Nahrung haben. Wenn aber die von Zeit zu Zeit verheerend auftretenden Orkane eine Hungersnoth herbeiführen, dann geht man in die Wälder und gräbt die wilden Yams aus, die also gleichsam als Reserve dienen.

Die Taro-Knollen (Abb. 523) sind die fleischig verdickten Wurzelstöcke von *Caladium colocasia (= Colocasia antiquorum)*, einer Pflanze, welche in die Familie der Aroideen, d. h. Aronswurzeln, gehört. Der ältere botanische Name *Colocasia antiquorum* rührt daher, dass diese Art auch in Südeuropa, nämlich auf den griechischen Inseln, in Kleinasien und in Aegypten, schon im Alterthum bekannt war. Dioscorides und Theophrast erwähnten sie unter dem Namen *Colocasia*. Auch auf der iberischen Halbinsel kommt sie vor. Früher glaubte man, dass sie von Aegypten aus nach Indien und Amerika eingeführt worden sei. In ganz Polynesien, auch auf der Insel Guam, war die Pflanze jedoch bereits vor der Entdeckung durch die Europäer seit Urzeiten die wichtigste Nährpflanze der wilden Völker. Es ist daher wahrscheinlich, dass *Caladium colocasia* im ganzen tropischen und subtropischen Erdgürtel schon vor der menschlichen Besiedelung in Urzeiten sich spontan verbreitet hatte. Merkwürdig ist, dass die Bewohner der Marianen die Taro-Knollen *Suni* und *Sune* nennen und in Madagaskar, ferner auf Réunion, dasselbe Wort in der Form „songe" vorkommt und ebenfalls Taro bedeutet. In Aegypten nennt man sie *Kolkus* und *Kolkas*, und es ist nicht unmöglich, dass diese Benennung auf das alte *Colchis* hinweist, welches an der Ostküste des Schwarzen Meeres lag. Das würde dafür sprechen, dass Taro eigentlich in Asien urheimisch war und die alten Aegypter die Pflanze aus Colchis bekommen hatten, und nicht umgekehrt. Die Benennung der alten griechischen Gelehrten: *colocasia* ist jedenfalls die graecisirte Form der ägyptischen volksthümlichen Benennung: *kolkas*. Uebrigens hat Herodot das colchische Volk mit den Aegyptern für blutsverwandt gehalten.

In Polynesien und besonders in Guam sind unter allen Knollenpflanzen die Taropflanzen am allgemeinsten cultivirt. Thatsächlich werden sie von den Eingeborenen den Yam- und den Bataten-Knollen vorgezogen. Das hat seinen Grund nicht in dem höheren Nährwerth und auch nicht in dem angenehmeren Geschmack, sondern lediglich in der überaus bequemen Cultur. In der That erfordert *Caladium colocasia* unter allen Knollenpflanzen, die dort vorkommen, die geringste Arbeit. Bei der Ernte wird gleichzeitig auch die Saat besorgt. Indem man nämlich die Knollen ausgräbt, wird hierdurch der Boden gelockert, in welchen nun die abgeschnittenen Spitzen der ausgegrabenen Knollen sogleich verpflanzt werden. Die Wurzelstockspitzen treiben rasch Wurzeln, und in einem Jahre (in anderen subtropischen Gebieten erst binnen 15 Monaten) sind die neuen Knollen wieder reif zur abermaligen Ernte. Weniger Bodenarbeit bei einer so wichtigen Nährpflanze kann man sich kaum denken.

Die Taro-Knollen enthalten meist nur Kohle-

hydrate, besonders Stärkekörner, und verhältnissmässig wenig ölige Substanzen, ebenso auch wenig Proteïn. Zur ausschliesslichen Ernährung des Menschen sind sie daher ebenso wenig geeignet wie die Kartoffeln; der Taro-Genuss muss daher mit dem von Fleisch oder, wo dieses nicht erreichbar (wie es auf den Marianen vor der Entdeckung der Fall war), mit dem von Hülsenfrüchten verbunden werden, die ja in tropischen und subtropischen Gebieten zahlreich vorhanden sind.

Die Taro-Wurzeln haben roh einen stark beissenden Geschmack und sind sogar giftig; sie enthalten nämlich (und die Blätter noch mehr) viel oxalsauren Kalk. Durch Kochen lässt sich jedoch dieser Uebelstand völlig beseitigen. Dem Europäer schmecken Taros anfangs nicht, aber die meisten gewöhnen sich daran.

Ich habe vorher erwähnt, dass *Caladium colocasia* in die Familie der Aroideen gehört, dass sie daher mit unserer sogenannten „Aronswurzel“ *(Arum maculatum)* familienverwandt ist. Es ist besonders bemerkenswerth, dass unser *Arum maculatum* stellenweise, besonders in früheren Zeiten bei Hungersnoth, ebenso benutzt wurde, wie Taro noch heutzutage; auch der fleischige Wurzelstock von *Arum maculatum* enthält scharfe, giftige Stoffe, wie die Taro-Knollen, und auch hier kann man diese giftigen Stoffe durch Kochen beseitigen. Das ist schon seit uralter Zeit bekannt, und im Nothfalle hat man aus den *Arum*-Wurzeln auch Brot gebacken. Man sieht also, dass die „Aronswurz“ unserer Wälder gewissen Völkern denselben Dienst geleistet hat, wie noch heutzutage ihre vorzüglichere Verwandte: die Taro-Pflanze.

Ich will an dieser Stelle einige etymologische Bemerkungen einschalten. Das Interessanteste an der Sache ist nämlich, dass der polynesische Name „Taro“ identisch ist mit dem lateinischen Namen *Arum*. In meiner Arbeit über die Geschichte der Eibe*) habe ich schon auseinandergesetzt, dass manche Mitlaute, besonders *z, t, th* und *s*, am Anfange vieler Wörter als Artikel fungiren, sogar dann, wenn sie nach dem heutigen Brauch mit dem betreffenden Worte zusammengeschrieben werden, und dass man den Wortstamm in diesem Falle dann findet, wenn man diesen Artikel-Mitlaut weglässt. Im Worte *taro* ist der erste Mitlaut *t* gewiss nur ein Artikel *(t'aro)* und *aro* der Wortstamm, welcher bei den Römern latinisirt in der Form *arum* vorkommt. Die deutschen Ausdrücke: „Aron“, „Aronswurz“, „Aronsstab“, mit welchen *Arum maculatum* bezeichnet wird, sind natürlich nichts weiter als die Assimilirung von *Arum* an die biblische Geschichte, können also nur nach Annahme der christlichen Religion entstanden sein. Wenn also für solche essbare Pflanzenwurzeln bei den Römern und bei den polynesischen Naturvölkern der gleiche Ausdruck gebraucht wird, so muss dieser Wortstamm mit derselben Bedeutung schon bestanden haben, als die Art *Homo sapiens* aus ihrer Urheimath noch nicht auseinander gewandert war; und in diesem Falle muss man denselben Wortstamm auch bei anderen Völkern finden. Und thatsächlich heissen die knolligen Wurzeln der *Maranta arundinacea*, aus welchen auch Stärke fabricirt wird, in Amerika und auf den Philippinen: *araro, araru, ararao, aroru* und *aruru*. Man findet also hier den Wortstamm ohne den Artikel *t*.

*) *Prometheus*, XI (1900), Nr. 558, S. 602.

Abb. 523.



Die Taro-Pflanze *(Caladium colocasia)*.

Aus dem Worte *aroru* haben die Engländer durch Anglisiren das Wort *arrowroot* gemacht, womit sie die aus dieser Pflanze und aus *Tacca pinnatifida* gewonnene Stärke bezeichnen. In den tropischen Gebieten Amerikas, besonders in Venezuela, werden die fleischigen Wurzeln einer Umbellifere, die dort fast dieselbe Bedeutung besitzt, wie bei uns die Kartoffel, *arracacha* genannt. Aus diesem Worte hat man den wissenschaftlichen Namen der betreffenden Pflanze: *Arracacia esculenta* gemacht.

Es scheint daher, dass unterirdische fleischige Knollen und Wurzeln schon dem Urmenschen wichtige Nahrungsmittel waren, und dass er solche vegetabilische Producte, die er aus der Erde graben musste, mit *ar* und dessen Derivaten bezeichnete. Vielleicht nannte er dann überhaupt

die aufgegrabene Erde mit einem Worte, welches aus dem Stamme *ar* gebildet wurde. Möglicherweise ist das lateinische Wort: *arare* (pflügen) und *aratrum* (Pflug) so entstanden. In der ungarischen Sprache heisst *árok* so viel wie „Graben", also „ausgegrabene Erde". —

Die Taro-Pflanze kommt ebenfalls in zahllosen Varietäten vor, was auch natürlich ist, da sie seit Urzeiten auf einem sehr grossen Theile unseres Planeten und unter den verschiedensten klimatischen Verhältnissen cultivirt wird. Diese vielen Formen sind bisher ebenfalls keinem eingehenden Studium unterworfen worden, weil es sich um keine wilde, sondern um eine Culturpflanze handelte. Wahrscheinlich ist die Taro-Pflanze nicht eine Art, sondern mehrere Arten werden unter dem Namen *Caladium colocasia* cultivirt. Dass dem so ist, scheint mir schon deshalb mehr als wahrscheinlich, weil es in China und Amerika eine Taro-Form giebt, bei der sich die Wurzeln des Wurzelstockes ihrerseits wieder zu Knöllchen ausbilden, die dann zur Saat verwendet werden. *Caladium colocasia* ist ferner eine Sumpfpflanze, und stellenweise behandelt man sie fast genau so wie den Reis, der schon eine Wasserpflanze im vollen Sinne des Wortes ist. Es giebt aber auch Formen, die auf ganz trockenen Hügeln gut gedeihen.

Nebenbei sei noch bemerkt, dass die Blätter der Taro-Pflanze als Grüngemüse genossen werden. Sie enthalten zwar noch mehr scharfe, giftige Stoffe als der Wurzelstock, aber durch das Kochen werden sie zerstört und unschädlich gemacht.

Es giebt noch einige andere Knollenpflanzen, die in den tropischen Ländern und auch in Polynesien als Nahrung und gewissermaassen als „Brotpflanzen" dienen, die aber aus verschiedenen Gründen nicht so wichtig geworden sind, wie die Yam- und Taro-Sorten. Zu diesen gehört die schon kurz erwähnte *Aroru*-Pflanze, aus welcher die echte Arrowroot-Stärke gewonnen wird; botanisch heisst sie *Maranta arundinacea* und gehört in die Familie der Marantaceen. Diese Pflanze stammt aus Amerika, und ihre Vermehrung und Cultur gleicht in den Hauptlinien der der Kartoffel. Nur sind die Knollen, aus der Erde genommen, nicht haltbar, wenigstens im polynesischen Klima nicht, und müssen sogleich zur Stärke-, d. h. Arrowroot-Fabrikation verwendet werden. Wenn aber die Knollen lebend ungestört im Boden bleiben, so halten sie sich lange Zeit vortrefflich. Aus diesem Grunde ist neuerdings empfohlen worden, von dieser Pflanze Reserveanlagen zu machen, die vorläufig unberührt zu bleiben hätten, bis etwa infolge von Orkanen eine Hungersnoth eintritt; in solchen Fällen würden sie dann durch Linderung der Noth gewiss eine grosse Wohlthat sein, weil eben im tropischen Inselklima keine organische (nicht mehr lebende) Substanz sich längere Zeit frisch hält.

Die andere stärkeerzeugende Knollenpflanze ist die *Tacca pinnatifida*, aus welcher man das „polynesische oder ostindische Arrowroot" gewinnt. Sie gehört zu den Monocotyledonen, hat dreischlitzige Blätter und Knollen, die jungen Kartoffeln ähnlich sind und beiläufig die Grösse eines Taubeneies erreichen. Sie sind in rohem Zustande sehr bitter, können also nicht genossen werden, bevor der bittere Stoff durch Wasser ausgelaugt ist. Die Pflanze wächst in ganz Polynesien (auch in den deutschen Colonien, auf den Salomon- und Bismarck-Inseln), in Australien und Ostindien wild. Früher wurde sie auf den polynesischen Inseln in grösserem Maasse gebaut, später hat man sich jedoch bequemeren Nährmitteln zugewandt, die unmittelbar zum Genuss fertig sind. Neuerdings scheint aber *Tacca pinnatifida* wieder an Bedeutung zu gewinnen, weil das von ihr gewonnene „polynesische oder ostindische Arrowroot" besonders vorzügliche Eigenschaften besitzt und namentlich für Kranke und Reconvalescenten in Fällen von Dysenterie und Diarrhoe unschätzbar sein soll.

Zuletzt gedenken wir noch einer Knollenpflanze aus der Familie der Wolfsmilchgewächse *(Euphorbiaceae)*, welche die sogenannte Tapioca, ebenfalls ein aus Stärke bestehendes Product, liefert. Sie ist die Cassava-Pflanze, in der wissenschaftlichen Systematik jetzt *Manihot manihot**) genannt; ausser diesem Doppelworte kommen in früheren Werken auch die Benennungen *Jatropha manihot* und *Manihot utilissima* vor, die dieselbe Art bedeuten. Die Cassava wächst buschartig und bildet längliche Knollen, welche der Form nach an die Dahlien-Knollen erinnern. Es giebt zwei Hauptvarietäten. Die eine hat bittere, giftige Wurzeln, die sehr viel Blausäure enthalten, also roh genossen lebensgefährlich wären. Glücklicherweise lässt sich die Blausäure durch Erhitzen verflüchtigen. Diese Knollensorte heisst „bittere Cassava". Die andere Varietät enthält keine Blausäure und heisst „süsse Cassava". Die zwei verhalten sich also etwa so zu einander, wie unsere bitteren und süssen Mandeln. Die Cassava stammt aus Amerika, hat sich aber weit über die Tropen verbreitet. Die aus ihr gewonnene Tapioca ist auf dem Weltmarkte schon längst wohlbekannt. Auf den Marianen und auch anderwärts spielt sie als menschliche Nahrung keine grosse Rolle, sondern wird meist nur als Viehfutter (und zwar nicht bloss für Säugethiere, sondern auch

---

*) Solche Verdoppelungen, dass nämlich für Gattungs- und Artbezeichnung dasselbe Wort gebraucht wird, sind jetzt in der Botanik „Mode" geworden. Hoffentlich wird diese Mode nicht lange dauern.

für Geflügel) verwendet. Immerhin muss aber auch nitrogenreiches Futter mit verabreicht werden, weil die Cassava-Knollen beinahe ganz aus Kohlehydraten bestehen.

Zum Schlusse fügen wir noch die Abbildung 524 bei, auf der wir ein Stück cultivirtes Land sehen, wie es die Bewohner von Guam zu bepflanzen pflegen. Der Vordergrund, d. h. der Boden, ist mit den grossblättrigen Taro-Pflanzen *(Caladium colocasia)* bepflanzt. Unter den Bäumen bezw. höheren Pflanzen ragen über alle übrigen die schlanken Cocospalmen hinauf. Die mittelgrossen Bäume mit dichteren Kronen aus geschlitzten Blättern sind die Brotbäume *(Artocarpus)* und rechts seitlich breiten sich die langen, breiten Blätter der Pisange *(Musa)* aus, von welchen die Bananen gewonnen werden. Eine solche kleine oder grössere Plantage bildet den Stolz des heiteren Volkes der Marianen. Sie lieben ihr Besitzthum dermaassen, dass es meist um keinen Preis gelingt, es von ihnen zu erkaufen.

Abb. 524.



Culturland auf Guam.
Im Vordergrunde Taro-Pflanzen *(Caladium colocasia)*, im Hintergrunde hohe Cocospalmen, unter ihnen Brotbäume, rechts beim Seitenrande des Bildes Bananenstämme (Pisange, *Musa*).

Dem verdienstvollen Verfasser, Herrn W. E. Safford, aus dessen anfangs citirtem umfangreichen Werke wir hier einige Auszüge zur allgemeinen Kenntniss gebracht haben, sowie der Smithsonian Institution beziehungsweise dem National Museum (Abtheilung: National Herbarium), welches das Werk herausgegeben hat, gebührt die wärmste Anerkennung für die verdienstvolle Veröffentlichung. [9866]

Von der Weltausstellung in Mailand 1906.

II.

Dem Umstand, dass die Uebergabe des Simplontunnels an den internationalen Eisenbahnverkehr den Plan zur Veranstaltung der Ausstellung in Mailand zur Reife brachte, mag es mit zuzuschreiben sein, dass die Schaustellung des Eisenbahnwesens den hervorragendsten Theil der Ausstellung bildet. Es ist hier eine internationale Sammlung von Locomotiven zusammengekommen, wie sie wohl kaum jemals an einem anderen Orte gesehen worden ist. Es sind hier die durchgreifenden Aenderungen zur technischen Ausgestaltung gekommen, die zum nicht geringsten Theil durch die Berliner Versuche mit elektrischen Schnellbahnen hervorgerufen wurden. Aus diesen Versuchen wurde die Aufgabe hergeleitet, die Leistungsfähigkeit der Dampflocomotiven in Bezug auf Fahrgeschwindigkeit auf etwa 120 km in der Stunde, sowie die Fahrdauer zu steigern. Ueber die in dieser Beziehung erreichten Fortschritte durch Anwendung der Dampfüberhitzung, Vermehrung der Dampfcylinder u. s. w. ist im

Prometheus wiederholt berichtet worden. Deutschland ist auf diesem Gebiete hervorragend vertreten. Henschel & Sohn in Kassel haben je eine Schnellzuglocomotive für die preussischen und ägyptischen Staatseisenbahnen ausgestellt. Unter der reichen Ausstellung Borsigs sei eine $^4/_5$ gekuppelte Güterzuglocomotive für die anatolische Eisenbahn und eine Locomotive mit Dampfkran (s. *Prometheus*, XVI. Jahrg., S. 761) erwähnt. Auch die Berliner Maschinenbau A.-G. vormals Schwartzkopff, die Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft in Grafenstaden, der Vulcan-Stettin und Egestorff-Hannover seien unter den deutschen Ausstellern hervorgehoben; unter den ausländischen Firmen zeichnen sich Wiener, Budapester und Prager Firmen, sowie Cockerill in Seraing durch vorzügliche Leistungen aus. Die Locomotiven letzterer Firma erregten auch in Lüttich 1905 Aufmerksamkeit. Die hohe Lage des Dampfkessels hat ein Verkürzen des Schornsteins zur Folge gehabt, der nur noch einem auf den gewaltigen Kessel gesetzten Cylinderhute gleicht. Die Hühnerbrust mancher Locomotiven ist das Kennzeichen des Windhundes der Schienenbahn.

Die an Vielseitigkeit ausgezeichnete Sammlung von Locomotiven wird ihren Eindruck auf Fachleute nicht verfehlen, aber weit über die Fachkreise hinaus wird der grossartige Park von Eisenbahnwagen das Interesse aller Berufsstände auf sich lenken und fesseln. Dadurch, dass sich die Industrie aller Länder betheiligt hat, kommen auch Geschmack, Gewohnheit und nationales Bedürfniss der verschiedenen Völker in der Einrichtung der Personenwagen zu ihrem Rechte. Es ist zu hoffen, dass dies dem internationalen Eisenbahnverkehr und der ihn kennzeichnenden Beschränkung des Wagenwechsels zu Gute kommen wird. Bei der dem Deutschen oft befremdlich erscheinenden Anspruchslosigkeit anderer Nationen in Bezug auf Bequemlichkeit, Ausstattung und Pflege der Innenräume von Personenwagen in durchgehenden Zügen wird die Ausstellung, welche durch das Nebeneinanderstehen von Wagen der verschiedensten Ausführung und Einrichtung naturgemäss zum Vergleiche angeregt, klärend in den Anschauungen, befruchtend und ausgleichend in den Ideen für die Weiterentwickelung der Wagen im internationalen Verkehr wirken.

Nirgends werden wir uns der mit erlebten Entwickelung unseres Eisenbahnwesens mehr bewusst, als im Anblick der von Belgien ausgestellten Personenwagen von 1835 neben denen von 1905. Jene Personenwagen sind im heutigen Sinne offene Güterwagen mit halbhohen Wänden, an deren Innenseite die Sitzbänke für die Reisenden herumlaufen. Die gleichen Personenwagen III. Classe waren zu Anfang der vierziger Jahre auch auf der Berlin-Anhalter Eisenbahn im Gebrauch und waren sicherlich auch auf den anderen Bahnen üblich. Bei der behaglichen Fahrgeschwindigkeit jener Zeit war der Ausblick in solchen Wagen bequem, nur beim Regen wurde er durch die ausgespannten Schirme verkümmert. Mit dem Heizen der Personenwagen wurde erst 40 Jahre später und mit der Erleuchtung der Wagen durch elektrisches Licht erst in jüngster Zeit begonnen, um das Fettgas-Licht zu verdrängen, was aber nicht leicht werden wird, nachdem das Fettgas-Glühlicht zur Anwendung gekommen ist. Zum Vergleiche aller dieser und noch vieler anderer Fragen über die innere Einrichtung nicht nur von Eisenbahn-, sondern auch von Strassenbahnwagen bietet die Ausstellung günstigste Gelegenheit, aber zu wünschen wäre es, dass die Wirkung dieses belehrenden Vergleichs sich bald im Ersatz so vieler Marterkästen, die es überall giebt, durch bessere bemerkbar mache.

In dieser Beziehung geht die Automobilindustrie mit rühmlichem Beispiel voran. Wenn sie mit ihren Erzeugnissen zunächst an die oberen Zehntausend sich wenden musste, so kann doch kein Zweifel darüber mehr aufkommen, dass die Zukunft dieser Industrie davon abhängen wird, wie sie es versteht, sich in immer weitere Kreise auszubreiten. Dazu müssten die Fahrzeuge billiger und muss ihre Gebrauchssicherheit verbessert werden. Die überaus reiche Ausstellung an Automobilfahrzeugen zeigt, dass die Industrie diesen Forderungen der Zeit sich anzupassen bestrebt ist. Alle erdenklichen Gebrauchszwecke vom Lastwagen bis zur eleganten Carosse in allen Abstufungen der Ausstattung haben Berücksichtigung gefunden. Während die französischen Firmen die vierräderige Carosse bevorzugt haben, sind von den deutschen Fabriken in der Mehrzahl Motor-Zweiräder zur Schau gebracht. Man mag es jedoch bedauern, dass das preussische Kriegsministerium insofern als der Aussteller anzusehen ist, weil die meisten Fahrzeuge für Lasttransport und Personenbeförderung als „Im Besitz des Königlich Preussischen Kriegsministeriums“ bezeichnet sind. Dadurch ist offenbar die Industrie in der freien Entfaltung ihrer Schaffenskraft zu ihrem Nachtheil beschränkt worden. Die französischen Firmen, die nach freier Wahl die Ausstellung in glänzender Weise beschickt haben, befinden sich durch diesen Umstand ohne Zweifel im Vortheil, der sich durch Lieferungsaufträge geltend machen wird.

Es mag hier noch der geschichtlichen Ausstellung von Beförderungsmitteln gedacht sein, die links vom Haupteingange untergebracht ist. Sie greift bis in die frührömische Zeit zurück und hat deshalb wohl mehr Anspruch auf die Bezeichnung eines „Museums für Beförderungsmittel des Alterthums“, als auf eine moderne „Gewerbe- und Industrie-Ausstellung“. So inter-

essant solche Sammlung historisch denkwürdiger Wagen, wie z. B. des Wagens der Urenkelin Dantes aus dem 16. Jahrhundert, oder des Wagens, in dem Napoleon I. zur Schlacht bei Marengo fuhr, oder der Kalesche Garibaldis und Cavours, auch sein mag, so können sie doch kaum den Entwickelungsgang zur heutigen Kutsche veranschaulichen oder belehrend wirken. Näher berührt uns die Sammlung von Fahrrädern, die bis in die Gegenwart hineingreift, denn noch sind nicht zwei Jahrzehnte verflossen, seit die Fahrräder mit fast zwei Meter hohem Vorderrad im Gebrauch waren. Es werden noch Fabrikanten leben, die solche Räder gemacht haben und durch sie an ihr eigenes Fortschreiten erinnert werden. Dass aber auch das deutsche Post-Museum seine Raritäten ausgekramt und nach Mailand geschickt hat, dass kann in einer modernen Industrie-Ausstellung nur den Eindruck einer „guten Sache am unrechten Ort machen". Im Anblick der alten Briefkästen und Postschilder wird allerdings so mancher Biedermann mit Behagen sich recken und sagen: „wie haben wir es doch so herrlich weit gebracht". Das zu bewirken ist aber nicht der Zweck einer internationalen Industrie-Ausstellung.

(Fortsetzung folgt.)

RUNDSCHAU.

Im Alterthum wusste man noch nichts davon, dass es Sterne giebt, deren Licht veränderlich ist. Die Entdeckung dieser Art von Sternen blieb der Neuzeit vorbehalten. Sie erscheinen bald heller, bald dunkler. Der Lichtwechsel findet bei einer grossen Anzahl dieser Sterne in regelmässigen Perioden statt. Dies ist der Grund, weshalb die Ursache dieser Veränderlichkeit nicht lange nach der Entdeckung der ersten veränderlichen Sterne von einzelnen Forschern errathen werden konnte. Es handelt sich da — meinten sie — um Doppelsterne von ungleicher Helligkeit, die um einander kreisen. Verdeckt der dunklere Component den helleren, so wird eine gewisse partielle Verfinsterung entstehen. Nun sehen wir den Stern weniger hell als sonst. Ist die Verfinsterung vorüber, so erstrahlt der Stern wieder in seinem ursprünglichen Glanze.

Für diese einfache Erklärungsweise ist später, in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts, durch das Spectroskop der volle Beweis erbracht worden. Aber sie ist, wie gesagt, nur bei jenen veränderlichen Sternen zutreffend, bei welchen der Lichtwechsel in einer regelmässigen Periode erfolgt. Bei anderen scheint es, als ob zwei, drei oder gar vier Componenten vorhanden sein müssten, um den Lichtwechsel erklären zu können.

Am schwierigsten gestaltet sich die Erklärung des Lichtwechsels gerade bei jener Classe von Veränderlichen, deren typischer Vertreter, der Stern o (Omikron) im Walfisch, zuerst als veränderlicher Stern erkannt wurde. Er ist also unser ältester Bekannter unter den vielen hundert Veränderlichen, die seither entdeckt wurden. Ein friesischer Dorfgeistlicher namens David Fabricius, Vater des wackeren Sonnenfleckenbeobachters Johann Fabricius, sah ihn zuerst anlässlich einer Mondesfinsterniss im August des Jahres 1596. Damals erschien er als der dritten Grössenclasse zugehörig. Im October desselben Jahres 1596 bemerkte Fabricius zu seinem Erstaunen, dass der Stern im Walfisch nicht mehr vorhanden war. An eine Veränderlichkeit des Lichtes hatte Fabricius nicht gedacht. Als Bayer im Jahre 1603 an seiner Sternkarte arbeitete, fand er an derselben Stelle im Walfisch (Cetus) wo David Fabricius' Stern so spurlos verschwand, einen Stern vierter Grösse, den er mit dem griechischen Buchstaben o bezeichnete. Da Bayer nichts davon erwähnt, dass dieser Stern nur von Zeit zu Zeit veränderlich ist, scheint er die Veränderlichkeit desselben auch übersehen zu haben. Es sollten noch einige Jahrzehnte vergehen, bis der rechte Mann auf dem Plane erschien.

Um diese Zeit, in den dreissiger Jahren des siebzehnten Jahrhunderts, lebte zu Franecker im Holländischen ein Gelehrter namens Johann Phocylides Holwarda, der den Sternenhimmel mit Fleiss und grosser Ausdauer zu beobachten pflegte. Er begann seine Beobachtungen, die zur Entdeckung der Veränderlichkeit von o Ceti führten, im December 1638. Zu dieser Zeit glänzte o Ceti als Stern dritter Grösse. Im Sommer des folgenden Jahres erging es Holwarda ebenso wie dem älteren Fabricius anno 1596. Es fand sich von dem Stern keine Spur mehr vor. Holwarda gab sich aber mit diesem Ergebniss nicht zufrieden. Er setzte seine Beobachtungen an dieser Stelle des Himmels beharrlich fort. Richtig erschien der Stern am 7. November 1639 wieder. Holwarda konnte nun konstatiren, dass das Licht von o Ceti veränderlich ist, und dass in den Sichtbarkeitsverhältnissen des Sternes eine Periode vorhanden ist. Die genaue Periode der Sichtbarkeit konnte Holwarda selbst nicht feststellen; auch sein Freund und College Fullenius nicht, der seine Beobachtungen fortsetzte.

Die erste gründliche Beobachtungsreihe, welche die Jahre 1648—1662 umfasst, verdanken wir dem deutschen Astronomen Hevelius, der über o Ceti eine wichtige Arbeit unter dem Titel „Historiola Mirae Stellae" verfasste. Auch der Name „Mira Ceti" unter welchem der wunderbare Stern im Walfisch heute allgemein bekannt ist, stammt von Hevelius. Und in jüngster Zeit war es wieder ein deutscher Gelehrter, Dr. Guthnick, der mit seltenem Fleiss alle Beobachtungen, die im Laufe der Jahrhunderte über Mira Ceti gemacht worden sind, sammelte und neu verarbeitete.

Die Periode der Veränderlichkeit von Mira Ceti sowohl als auch die Intensität des Lichtwechsels sind höchst unregelmässig. Manchmal erstrahlt er im Maximum aussergewöhnlich hell; heller sogar als die Sterne dritter Grösse. Es kommt auch vor, dass sein Glanz die zweite Grössenclasse erreicht, wie im October 1898, als er mit Alpha Ceti gleich hell war. Ein anderes Mal hingegen bleibt die Maximalhelligkeit von Mira Ceti hinter der vierten Grössenclasse zurück. Im ganzen Hergang der Sache lässt sich keine Gesetzmässigkeit feststellen. Ebenso unregelmässig tritt der Zeitpunkt des Maximums ein, wie übrigens auch die Dauer der ganzen Periode nicht immer gleich ist. Gewöhnlich erreicht Mira Ceti das Maximum seiner Helligkeit ziemlich schnell, oft schon nach einigen Wochen. Dann bleibt er während zweier oder dreier Monate auch mit dem freien Auge sichtbar. Manchmal tritt das Maximum erst viel später ein, aber jedenfalls erfolgt die Abnahme des Lichtes in einem viel langsameren Tempo als die Zunahme. Auch die Minima sind in den einzelnen Perioden ziemlich verschieden. In den meisten

astronomischen Schriften wird als Minimum 8,5te oder 9,5te Grösse angegeben. Jedenfalls sinkt das Licht von Mira Ceti während des Minimums unter achte Grösse, selten auch bis nahe zur zehnten Grössenclasse. Dies ist die Ursache, warum der Stern für die ältesten Beobachter gänzlich verschwand.

Die Periode des Lichtwechsels wurde noch im Laufe des XVII. Jahrhunderts — so gut es eben ging — wiederholt bestimmt. Zuerst im Jahre 1667 von Bouillaud, der 333 Tage fand, dann von Cassini, der die Periode zu 334 Tagen berechnete. Sir William Herschel, der sich mit dem seltsamen Lichtwechsel der Mira Ceti wiederholt und sehr eingehend befasste, fand eine Periode von 331 Tagen, 10 Stunden und 9 Minuten. Argelander wusste bereits, dass die Periode des Lichtwechsels nicht immer gleich ist, dass das Maximum bald früher, bald später eintritt. Er giebt als Periodenlänge 331 Tage, 15 Stunden und 7 Minuten an, während von den neueren Beobachtern Chandler $331^6/_{10}$ Tage annimmt. Nach Dr. Guthnick ist die Periode seit den frühesten Bestimmungen in beständiger Abnahme begriffen. Wenn man drei Zeitabschnitte annimmt, so beträgt die mittlere Dauer der Periode

von 1660—1720 = 332,188 Tage
„ 1720—1839 = 331,569 „
„ 1839—1898 = 331,471 „ .

Diese mittlere Periodendauer ist nicht unwesentlichen Veränderungen unterworfen, aus welchen sich kaum eine Gesetzmässigkeit construiren lässt. Noch complicirter ist das System des Lichtwechsels innerhalb eine Periode.

In den Jahren 1660, 1779, 1839 und 1898 erschien Mira Ceti während des Maximums aussergewöhnlich hell. Zur Zeit des Licht-Maximums im Jahre 1898 war sogar die Dauer der Erscheinung für das unbewaffnete Auge sehr gross und betrug volle 150 Tage. Hingegen brachten die Maxima in den Jahren 1867, 1868, 1886 und 1887 nur sehr schwache Erscheinungen. Die Dauer der Sichtbarkeit für das freie Auge war äusserst gering und betrug 1867 nur 70 Tage. Selbstverständlich giebt es zwischen den sehr hellen und schwachen Maxima eine ganze Reihe von Abstufungen.

Wie aus Vorstehendem ersichtlich, sind die Erscheinungen von Mira Ceti äusserst complicirt. Eine stattliche Anzahl von Hypothesen ist bereits aufgestellt worden, um eine Erklärung für diese Erscheinungen zu bieten. Aber eine ganz einwandfreie Erklärung für das sonderbare Verhalten der Mira konnte bisher noch nicht gegeben werden.

Bouillaud, der, wie es scheint, zuerst über den Gegenstand nachdachte, bringt die Erscheinung des Lichtwechsels mit der Rotation des Sternes in Zusammenhang. Wenn man Bouillauds Hypothese Glauben schenken darf, wären die meisten Stellen der Mira-Oberfläche dunkel und nur ein ganz kleiner Theil leuchtend. Während der Dauer einer Drehung Miras um die eigene Axe, die 333 Tage beträgt, zeigt der Stern abwechselnd den leuchtenden und den finsteren Theil seiner Oberfläche. Der englische Astronom Hind glaubte einen Nebel wahrnehmen zu können, der Mira Ceti in der Minimal-Epoche umlagert. Beide Forscher, Bouillaud sowohl als auch Hind, wussten noch nichts von den Ungleichheiten der Periode und der Intensität des Lichtes.

Heute haben wir durch den Spectralapparat ein Mittel in der Hand, welches uns gestattet, die physische Beschaffenheit der Gestirne näher zu untersuchen. Leider lässt sich auch auf diesem Wege, was Mira Ceti anbelangt, ein endgültiges Resultat nicht erzielen. Das Studium des Mira-Spectrums führt ebenfalls zu verschiedenen Hypothesen, die noch bestätigt werden müssen. Und gerade so rätselhaft wie das Verhalten von Mira Ceti sind die Lichtveränderungen einer ganzen Anzahl ähnlicher Sterne. Die Periodenlänge dieser Sterne wechselt von 65 Tagen bis zu zwei Jahren. Alle diese Himmelskörper werden nach ihrem typischesten Vertreter Mira-Sterne genannt.

Schon Hind fiel es auf, dass die überwiegende Mehrzahl dieser Sterne roth ist. Auch Mira Ceti selbst gehört zu den rothen Sternen. Man kann sagen, dass über 60 Procent der Sterne von der Mira-Classe roth sind. Der Rest ist zumeist von gelblichrother Färbung. Gelb oder weiss sind nur etwa 10 Procent dieses Sternentyps. Die Rothfärbung der Mira-Sterne scheint, wie Chandler bemerkte, mit der Periodenlänge zuzunehmen. Diejenigen Mira-Sterne, deren Periode am längsten ist, erscheinen im dunkelsten Roth. Diese rothe Farbe bildet einen gewichtigen Anhaltspunkt für die Erklärung des Veränderlichkeitsphänomens der Mira-Classe. Pater Secchi, einer der ersten, die den Sternenhimmel spectroskopisch durchforschten, hielt dafür, dass die weissen Sterne die heissesten des ganzen Fixsternsystems sind. Die Temperatur der gelben Sterne ist schon bedeutend niedriger, aber die niedrigste Temperatur von allen kommt den rothen Sternen zu. Mithin gehören die letzteren zu den ältesten, die weissen Sterne zu den jüngsten Sternen. Das Ueberwiegen der Wasserstofflinien im Spectrum der weissen Sterne, das stärkere Hervortreten der metallischen Linien bei den rothen sprechen deutlich genug für die Richtigkeit der Secchischen Ansichten. Die verschiedenen Methoden, die man zur Messung der Fixsterntemperaturen angewendet hat, ergeben sämmtlich für die weissen Sterne einen viel höheren Hitzegrad, als für die rothen*). Die letzteren wären demnach als alternde oder, um uns einer populären Ausdrucksweise zu bedienen, als verlöschende Sonnen zu betrachten. Aber wie geht dieser Vorgang des Verlöschens vor sich, und was hat die Periodicität der Veränderlichen damit zu thun? Und warum sind nicht alle rothen Sterne veränderlich? Auf die letztere Frage können wir antworten, dass dem in der Regel thatsächlich so ist. Die Veränderlichkeit ist zwar an und für sich, insonderheit bei schwach leuchtenden Sternen, nicht so leicht nachzuweisen. Auch ist der Sternenhimmel in dieser Beziehung noch viel zu wenig erforscht. Ausserdem kann die Veränderung des Lichtes bei einzelnen Sternen sehr langsam und in sehr langen Perioden vor sich gehen — aber, wie gesagt, bei den meisten rothen Sternen ist es schon jetzt als sicher anzunehmen, dass sie veränderlich sind.

Was die Frage nach der Ursache des Verlöschens anbelangt, müssen wir auf eine directe Antwort vorläufig verzichten. Man hat schon oft Sterne urplötzlich am Firmament aufblitzen gesehen, welche zum Theil wieder verschwanden. Aber über ein Altern oder langsames Verlöschen eines Sternes haben wir gar keine Erfahrung — und könnten auch keine haben, selbst wenn der Mensch der Tertiärzeit bereits spectroskopische Untersuchungen angestellt hätte. Der Vorgang der Umwandlung eines weissen Sternes in einen gelben und dann in einen rothen nimmt sicherlich viele Jahrmillionen in Anspruch. An unserer Sonne haben wir, in historischen Zeiten wenigstens, nichts bemerkt, was auf eine Abnahme ihrer Wärmestrahlung hinweisen würde, es sei denn, dass die Eiszeiten auf eine derartige Wärme-

*) Nach v. Harkányi beträgt die absolute Temperatur des Sirius und der Wega (weiss) 6400 Grad, der Sonne 5450 Grad, des Arcturus (roth) 2700 Grad.

abnahme zurückzuführen wären. Hierfür fehlt uns aber jeder Anhaltspunkt. Dagegen ist jedoch die Sonne mit ihren Flecken, wie allgemein bekannt, ebenfalls periodischen Schwankungen unterworfen. Gewissermaassen ist also die Sonne auch ein veränderlicher Stern vom Mira-Typ, obwohl ein auf unsererer Culturstufe stehender Bewohner des Siriusplaneten von dieser Veränderlichkeit sicherlich nichts merken würde. Die Ungleichheit in der Intensität und Periodenlänge haben Sonne und Mira jedenfalls gemein. Die Veränderlichkeit der letzteren würde also mit der Fleckenthätigkeit in Zusammenhang stehen, nur müssten die Flecken auf Mira Ceti viel ausgedehnter sein und ihr Maximum viel früher erreichen, als die Sonnenflecken. Ausserdem kann noch, wie schon der alte Bouillaud meinte, die eine Mira-Hemisphäre viel fleckenreicher sein als die andere. Ueber die Ursachen des periodischen Auftretens der Flecken hat man — gerade so wie bei der Erklärung des Sonnenfleckenphänomens — verschiedene Vermuthungen aufgestellt. Sir Norman Lockyer, der alle kosmischen Vorgänge mit Meteoren zu erklären sucht, glaubt, dass die Mira-Sterne auf ihrer Bahn regelmässig Meteorschwärmen begegnen (wie z. B. die Erde im August oder November), die durch ihren Anprall grössere Wärme erzeugen und die Activität dieser Sterne mächtig anfachen. Die grossen Schwankungen in der Periodenlänge widersprechen am meisten dieser Hypothese.

Das Spectrum von Mira Ceti giebt, wie bereits erwähnt, auch zu einander widersprechenden Vermuthungen Anlass. Während des Maximums treten nämlich nach den Beobachtungen von Dunér mehrere Wasserstoff-Linien hell auf, und sehr häufig lässt sich auch eine Verbreiterung der Linien constatiren. Nach Campbells Untersuchungen im Jahre 1898 — während eines sehr intensiven Maximums — geben die verbreiterten Wasserstoff-Linien (H γ und H δ) drei Componenten, bei welchen verschiedene Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie gemessen worden sind. Es handelte sich hiernach um drei um einander kreisende verschiedene Körper. Die Verschiebung der dunkeln Linien hingegen deutet auf einen Stern, der sich gleichmässig, mit einer Geschwindigkeit von 63 km in der Secunde, von uns entfernt.

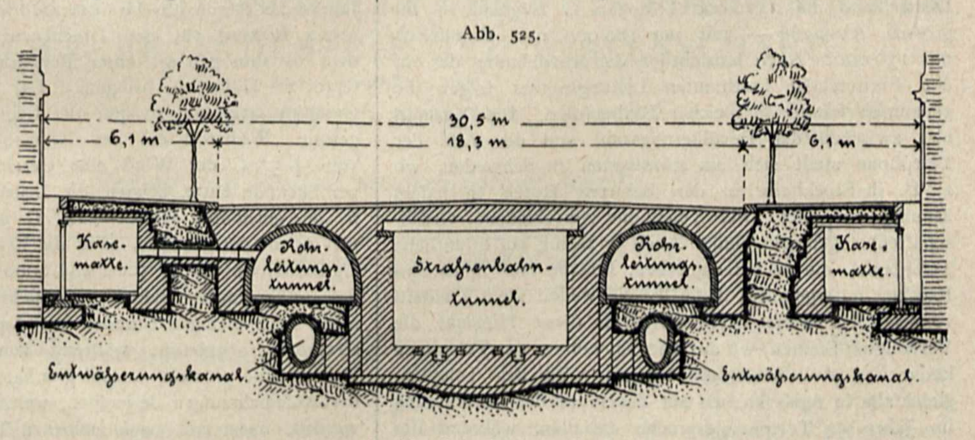
Alle diese spectroskopischen Untersuchungen scheinen Klinkerfuss' Hypothese zu stützen, der schon 1865 annahm, dass es sich bei Mira Ceti um einen von einer sehr dichten Atmosphäre umhüllten Hauptstern handelt, in dessen Atmosphäre durch die Anziehungskraft der Begleitsterne gewaltige Fluthwellen erzeugt werden, die von mächtigen Gaseruptionen und im Zusammenhange hiermit von intensiven Lichterscheinungen begleitet sind. Das Phänomen hätte demnach viel Aehnlichkeit mit den Ebbe- und Fluthcrscheinungen unserer Meere, welche durch Sonne und Mond hervorgerufen werden. Die Ungleichheiten und Schwankungen der Mira-Periode sind aber so gross, dass zu deren Erklärung die Annahme von zwei Begleitern nicht ausreicht, vielmehr eine ganze Menge von Trabanten supponirt werden muss. Hierdurch wird die Hypothese sehr complicirt; ausserdem lässt sich das eigenthümliche Verhalten der hellen Spectral-Linien der Mira auch auf Druckverschiedenheiten zurückführen.

Letzthin ist das Mira-Spectrum von Joel Stebbins von der Lick-Sternwarte in der Zeit vom 27. Juni 1902 bis 5. Januar 1903 wieder einer gründlichen Untersuchung unterzogen worden. Die dunkeln Linien lassen das Vorhandensein von Calcium, Chrom, Eisen, Vanadium, Aluminium, Strontium, Titan und Mangan erkennen, die ersten vier Elemente ganz sicher, die letzteren ungewiss. Diese Linien deuten auf eine Geschwindigkeit in der Gesichtslinie von 66 km in der Secunde, mit welcher der Stern sich von uns entfernt. Dieses Ergebniss stimmt mit dem Campbellschen Werth ziemlich gut überein. An hellen Linien wurden von Stebbins 23 gemessen. Die beiden Wasserstoff-Linien H γ und H δ erscheinen sehr hell, während H α, H β und H ε gänzlich fehlen. Infolge der unveränderlichen radialen Geschwindigkeit und der grossen Unregelmässigkeiten der Lichtkurve hält Stebbins es für ausgeschlossen, dass die Variabilität der Mira durch die Einwirkung von Begleitsternen verursacht würde. Die wahre Ursache muss demnach in den inneren Kräften des Sternes gesucht werden. Diese zu erkennen wird aber nur dann in den Bereich der Möglichkeit gerückt werden, wenn die Kräfte unserer Sonne oder, was uns noch näher liegt, die Kräfte im Erdinnern besser erforscht sein werden.

Otto Hoffmann. [10102]

* * *

Abb. 525.



Strassendurchbruch in London. Querschnitt.

Strassendurchbruch in London. (Mit einer Abbildung.) Ein Strassendurchbruch, mögen seine Kosten auch noch so hoch sein, besitzt an sich natürlich nur ein locales Interesse. Wenn wir an dieser Stelle dennoch der im Herbst vorigen Jahres in London erfolgten Eröffnung eines solchen, und zwar des den Strand mit Southampton Row verbindenden Kingsway, gedenken, so geschieht es nur, um auf die in Abbildung 525 dargestellte Querschnittsausbildung dieser neuen Strasse aufmerksam zu machen. Wie diese Abbildung zeigt, liegen die Gleise der elektrischen Strassenbahn, denen sonst bekanntlich die Einführung in die City von London verschlossen ist, in einem Tunnel unterhalb des Fahrdammes, an welchen sich beiderseits die Räume für die in einer Grossstadtstrasse erforderlichen Rohrleitungen und Kabel anschliessen. Unterhalb der Rohrleitungstunnel befinden

sich die für jede Strassenseite selbstständigen Entwässerungscanäle. Durch diese Anordnung ist der gesammte Fahrdamm zwischen den Bordsteinen zu einem zusammenhängenden Bauwerk aus Stampfbeton geworden, und selbst die Fusswege sind noch, um die Kellerräume der Häuser zu vergrössern, mit Kasematten unterbaut. Dieser Querschnitt einer modernen Grossstadtstrasse hat für uns insofern noch ein besonderes Interesse, als sich auch in unserer Reichshauptstadt das Bedürfniss, die verkehrsreichsten Strassenzüge durch eine unterirdische Führung der Strassenbahngleise zu entlasten, fühlbar gemacht und dahin zielende Projecte der Grossen Berliner Strassenbahn, deren Ausführung einen Kostenaufwand von 60 Millionen Mark erfordern würde, bereits im Vorjahre gezeitigt hat. B. [10148]

* * *

Die Entwickelung des Telephonwesens hat in den letzten Jahren gewaltige Fortschritte gemacht. An der Spitze aller Länder marschiren in Bezug auf die Verbreitung des Fernsprechers die Vereinigten Staaten, in denen 1 800 000 Apparate in Betrieb sind. Es folgen Deutschland mit 550 000 Telephonen, England — im grossen Abstande — mit nur 180 000 und Frankreich mit 130 000. Auch hinsichtlich der Ausdehnung des für den Fernverkehr bestimmten Leitungsnetzes folgen die genannten Länder in gleicher Reihenfolge. Das Verhältniss zwischen der Bevölkerungszahl und der Zahl der Telephone stellt sich am günstigsten in Schweden, wo z. B. in Stockholm in den besseren Hotels in jedem Zimmer ein oder zwei Telephone (verschiedener Gesellschaften) angebracht sind. Auch in Bezug auf öffentliche Telephone, die an Strassenecken, Plätzen etc. in kleinen Kiosken untergebracht sind, ist Schweden allen Ländern voraus. An zweiter Stelle stehen in dieser Hinsicht, die Vereinigten Staaten, wo auf 100 Einwohner 6,2 Telephone kommen. Am häufigsten benutzt wird das Telephon gleichfalls in Amerika, wo auf den Kopf der Bevölkerung im Jahre 54 Telephongespräche entfallen, während der Schwede im Jahre durchschnittlich 45 mal telephonirt. In den anderen Ländern nehmen diese Zahlen von 17 bis zu 2 ab. Von den Grossstädten steht New York unbestritten an erster Stelle, sowohl in Bezug auf die Zahl der Telephon-Anschlüsse als auch in Bezug auf das Verhältniss zwischen der Bevölkerungsziffer und dieser Zahl. Am Ende des Jahres 1895 gab es in New York etwa 10 000 Telephone, im Anfange des Jahres 1905 war die Zahl der Apparate auf 176 683 gestiegen. Von den Europäischen Grossstädten hatte Berlin im October 1904 bei 1 800 000 Einwohnern 62 000 Telephone, während zur selben Zeit London mit einer 6 500 000 zählenden Bevölkerung nur 62 580 Apparate im Betriebe hatte. Paris mit 2 600 000 Einwohnern hatte nur 45 714, New York mit 4 000 000 Einwohnern 136 391 Telephone. Wien besitzt heute erst 20 000 Telephon-Abonnenten. Eine einzige amerikanische Telephongesellschaft, allerdings die bedeutendste, deren Netz sich auch über die Grenzen der Vereinigten Staaten hinaus erstreckt, besitzt heute etwa 4 487 000 Telephone und vermittelt im Durchschnitt täglich nicht weniger wie 11 000 000 Gespräche. Das Leitungsnetz dieser Gesellschaft, der Bell Lines Co. hatte im Jahre 1896 eine Ausdehnung von 215 687 engl. Meilen und ist heute auf 1 121 228 Meilen angewachsen. — Es ist ohne weiteres erklärlich, dass ein weiteres Anwachsen des Telephon-Verkehres die heute schon, besonders in den Grossstädten, vielfach beklagten Uebelstände in der Vermittelung nur noch vermehren muss. Eine Anzahl wichtiger technischer Verbesserungen in der Einrichtung der Telephon-Centralen werden zur Zeit, besonders bei deutschen Vermittelungs-Aemtern, eingehend erprobt. Eine durchgreifende Verbesserung im Telephonverkehr wird aber voraussichtlich erst ein System bringen, welches es, wenigstens im Stadtverkehr, ermöglicht, dass jeder Theilnehmer, ohne einen Beamten der Centrale zu bemühen, sich selbst mit dem von ihm gewünschten Theilnehmer verbindet. Nach dieser Richtung ist zur Zeit die Telephon-Technik eifrig thätig, so dass man hoffen darf, dass das Telephon, das zwar ein unentbehrliches Verkehrsmittel, zuweilen aber auch ein Marterwerkzeug ist, in absehbarer Zeit den letzteren Charakter verlieren wird. O. B. [10146]

* * *

Meteorologische Drachen in 6430 m Höhe. Während bemannte Ballons bis zu 10 000 m und unbemannte Ballons sogar bis zu 24 000 m Höhe schon aufgestiegen sind, betrug die von meteorologischen Drachen erreichte Maximalhöhe bisher 6100 m. Nach der Zeitschrift *Das Wetter* hat nun im November vergangenen Jahres das Aeronautische Observatorium Lindenberg einen neuen Rekord für den Drachenaufstieg aufgestellt, indem es ihm gelang, einen Beobachtungsdrachen bis zu 6430 m Höhe zu bringen. Der Drachen hatte eine Gesammtfläche von 27 qm, die Leine war 14 500 m abgerollt. Während auf der Erde bei einer Temperatur von $+5^{0}$ C der Wind eine Geschwindigkeit von 8 m per Secunde hatte, zeigten die Instrumente des Drachens in der genannten Höhe — 28^{0} C und eine Windstärke von 25 m per Secunde. Für die Erforschung der unteren Luftschichten bis zu 5000 und 6000 m sind die Drachen den unbemannten Ballons vorzuziehen, da sie gestatten, schon nach wenigen Stunden die Aufzeichnungen der Instrumente abzulesen, während von den unbemannten Ballons eine grössere Anzahl überhaupt verloren geht und die Aufzeichnungen derjenigen, welche glücklich geborgen werden, meist erst nach mehreren Tagen in die Hände der Beobachtungsstation gelangen. — Am 1. Januar 1907 soll in Friedrichshafen am Bodensee eine vom Deutschen Reich und den süddeutschen Staaten gemeinsam errichtete meteorologische Drachenstation eröffnet werden, von der aus möglichst täglich Drachenaufstiege erfolgen sollen. O. B. [10137]

* * *

Immunität der Europäer gegen die Pest. Die neueren Statistiken über die Pest in Indien scheinen für eine fast absolute Immunität der Europäer gegen die Pest zu sprechen. Im Jahre 1905 forderte die Seuche in der ostindischen Provinz Bombay nicht weniger als 250 000 Opfer; darunter befanden sich nur 19 von der Pest befallene Europäer, von denen 10 starben Im vorhergehenden Jahre wurden bei 316 000 Pestfällen nur 8 Europäer gezählt, die von der Seuche befallen waren. Es ist gewiss nicht zu bezweifeln, dass die bei weitem bessere Ernährung der in Ostindien lebenden Europäer, ihre mehr den Vorschriften der Hygiene entsprechende Lebensweise und der Umstand, dass dem Europäer schnellere und bessere ärztliche Hilfe zu Gebote steht, als dem schlecht genährten und wenn möglich noch schlechter wohnenden Eingeborenen, um den sich zudem im Krankheitsfalle kaum jemand kümmert, auf das oben angegebene Zahlenverhältniss von Einfluss sind. Trotzdem aber zeigen die Zahlen doch die relative Unempfänglichkeit des Europäers für die Pest. *(Cosmos)* O. B. [10142]